

TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH PUTARAN SPINDEL 800 RPM DAN 1250 RPM PADA SAMBUNGAN Fe-Cu DENGAN MENGGUNAKAN METODE FSW (*FRICTION STIR WELDING*) SINGLE TRACK



Disusun Sebagai Syarat Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Oleh :

RULI MAY MULADI

D200120006

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2018

PERNYATAAN KEASLIAN TOPIK TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa usulan judul Tugas Akhir "ANALISA PENGARUH PUTARAN SPINDEL 800 RPM DAN 1250 RPM PADA SAMBUNGAN Fe-Cu DENGAN MENGGUNAKAN METODE FSW (*FRICTION STIR WELDING*) *SINGLE TRACK*" Yang saya ajukan kepada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan dari penelitian atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapat gelar sarjana di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 23-3-2018

Yang menyatakan,



Ruli May Muladi

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul " ANALISA PENGARUH PUTARAN SPINDEL 800 RPM DAN 1250 RPM PADA SAMBUNGAN Fe-Cu DENGAN MENGGUNAKAN METODE FSW (*FRICTION STIR WELDING*) *SINGLE TRACK*", telah disetujui Pembimbing Utama untuk diusulkan sebagai Topik Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Ruli May Muladi

NIM : D200120006

Disetujui pada

Hari : Kamis

Tanggal : 29 - 03 - 2018

Pembimbing



(Ir. Bibit Sugito, MT)

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "ANALISA PENGARUH PUTARAN SPINDEL 800 RPM DAN 1250 RPM PADA SAMBUNGAN Fe-Cu DENGAN MENGGUNAKAN METODE FSW (*FRICTION STIR WELDING*) *SINGLE TRACK*", dipertahankan dihadapan tim pengujian telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah surakarta

Dipersiapkan Oleh :

Nama : RULI MAY MULADI

NIM : D200120006

Disahkan pada

Hari : Kamis

Tanggal : 29-03-2018

Tim Penguji :

Ketua : Ir. Bibit Sugito , MT

Anggota 1 : Ir. Masyrukan , MT

Anggota 2 : Ir. Agus Hariyanto , MT

()
()
()

Dekan,

Ir. H. Sri Sunarjono, MT, Ph.D


Ketua Jurusan,

Ir. Subroto , M.T

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
Nomor 150/II/2016..... Tanggal 16 September 2016.....
dengan ini:

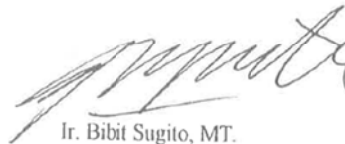
Nama : Ir. Bibit Sugito, MT
Pangkat/Jabatan : Lektor Kepala / Pembina
Kedudukan : Pembimbing Utama / ~~Pembimbing Kedua~~*)
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Ruli May Muladi
Nomor Induk : D 200120006
NIRM : -
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik : ANALISA PENGARUH PUTARAN SPINDEL 800 RPM
DAN 1250 RPM PADA SAMBUNGAN Fe-Cu DENGAN
MENGUNAKAN METODE FSW (FRICTION STIR
WELDING) SINGLE TRACK
Rincian Soal/Tugas :

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 16 September 2017.....

Pembimbing



Ir. Bibit Sugito, MT.

Keterangan:
*) Coret salah satu
1. Warna biru untuk Kojur
2. Warna kuning untuk Pembimbing I
3. Warna merah untuk Pembimbing II
4. Warna putih untuk mahasiswa

HALAMAN MOTTO

Di balik kesusahan pasti ada kemudahan

(Q.S. Al Inssyirah : 5)

*Saya meminta kekuatan, dan ALLAH memberikan kesulitan
untuk membuat saya kuat.*

(Salahudin Al-ayubbi)

*Yang penting yakin, Insyallah semua halangan akan
menyingkir dengan sendirinya*

(Sumber Group)

Tidak ada rintangan yang tak bisa di atasi

(Penulis)

*ALLAH tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai
dengan kemampuannya*

(Q.S. Al-Baqarah: 286)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik, kekerasan pada sambungan baja dengan tembaga menggunakan metode FSW. Material yang digunakan baja st37, tembaga. pada proses pengelasan menggunakan mesin milling konvensional dengan putaran yang digunakan rotational 800 rpm dan 1250 rpm, feed rate 12,5mm/menit, sudut kemiringan 1° dan dept plunge 1,8 mm. menggunakan standar pengujian ASTM E8M untuk pengujian tarik dan standar ASTM E384 untuk pengujian kekerasan. Dari hasil pengujian tarik sambungan Fe-Cu putaran 800 rpm mempunyai tegangan rata – rata 320,63 Mpa dan regangan rata – rata 2,07%, sedangkan sambungan Fe-Cu 1250 rpm memiliki tegangan rata – rata 165,28 Mpa dan regangan rata – rata 1,33%. Untuk base metal pada sambungan Fe-Cu 800 rpm material Fe mempunyai tegangan rata – rata 318,01 Mpa dan regangan rata – rata 7,62%, sedangkan material Cu mempunyai tegangan rata – rata 388,26 Mpa dan regangan rata – rata 13,27%. Untuk base metal pada sambungan Fe-Cu putaran 1250 rpm material Cu mempunyai tegangan rata – rata 388,26 Mpa dan regangan rata – rata 13,27%, sedangkan material Fe mempunyai tegangan rata – rata 303,36 Mpa dan regangan rata – rata 9,46%. Dari hasil pengujian kekerasan sambungan Fe-Cu putaran 800 rpm pada daerah *stir zone* menunjukkan nilai 270,8 HVN dan daerah HAZ menunjukkan nilai 296,2 HVN, sedangkan pada sambungan Fe-Cu putaran 1250 rpm pada daerah *stir zone* menunjukkan nilai 250,3 HVN dan daerah HAZ menunjukkan nilai 270,1 HVN. Untuk base metal sambungan Fe-Cu 800 rpm pada material Fe menunjukkan nilai 162,4 HVN dan material Cu menunjukkan nilai 73,1 HVN, sedangkan untuk sambungan base metal pada sambungan Fe-Cu 1250 rpm material Fe menunjukkan nilai 162,2 HVN dan material Cu menunjukkan nilai 74,2 HVN.

Kata Kunci: *friction stir welding*, baja st37, tembaga, tarik, kekerasan. Spindel.

ABSTRACT

This study aims to determine the tensile strength, hardness of steel joints with copper using the FSW method. Material used st37 steel, copper. in the welding process using a conventional milling machine with rotational rotation of 800 rpm and 1250 rpm, feed rate 12.5 mm / min, slope angle 10 and 1.8 mm plunge dept. using the ASTM E8M testing standard for tensile testing and ASTM E384 standard for violent testing. From the tensile strength test of Fe-Cu connections round 800 rpm has an average voltage of 320.63 Mpa and an average strain of 2.07%, while the 1250 rpm Fe-Cu connection has an average voltage of 165.28 MPa and an average strain - average 1.33%. For base metal at Fe-Cu 800 rpm Fe material has an average stress of 318.01 Mpa and an average strain of 7.62%, while Cu material has an average voltage of 388.26 MPa and an average strain of 13, 27%. For base metal at 1250 rpm Fe-Cu connection Cu material has an average voltage of 388.26 MPa and an average strain of 13.27%, while Fe material has an average voltage of 303.36 Mpa and an average strain of 9 , 46%. From the results of testing the hardness of Fe-Cu connection of rotation of 800 rpm at the stir zone area showed 270,8 HVN value and HAZ area showed 296,2 HVN value, while at 1250 rpm Fe-Cu connection at stir zone area showed 250,3 HVN and the HAZ area shows a value of 270.1 HVN. For base metal Fe-Cu 800 rpm connection in Fe material showed value of 162,4 HVN and Cu material showed 73,1 HVN value, while for base metal connection at Fe-Cu 1250 rpm Fe material showed 162,2 HVN value and material Cu shows a value of 74.2 HVN.

Keywords: *friction stir welding, st37 steel, copper, tensile, hardness. Spindle.*

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur atas kehadiran Allah SWT , Beserta Rasulnya, Bangga haru, Serta rasa bahagia yang mendalam setelah melewati berbagai cobaan dan rintangan dalam perjuangan yang panjang , Ku persembahkan Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak dan Ibuku tercinta yang selalu mendukung dan mendo'akan aku selama ini.
2. Pak Tuo dan Mbok Tuo yang Selalu memberiku nasehat
3. Umy aris nurhidayah yang selalu mendukung dan menyemangatiku
4. Serta keluarga besarku terimakasih atas dukungan dan kepercayaannya
5. Kepala sekolah dan rekan rekan guru semua di SMK NEGERI 1 MOJOSONGO BOYOLALI sukses buat kalian semua,
6. Pak putro dan pak anton yang telah membimbing kami ketika di solo tecno park
7. Sahabat-sahabatku Sukses untuk Kalian semua.
8. Semua mahasiswa teknik mesin UMS 2012,2013,2014,2015 tetaplah solid
9. Laboratorium Teknik Mesin, Terima kasih telah memberikan pengalaman sebagai asisten semoga semakin baik kedepannya.
10. Semua pihak yang langsung atau tidak terlibat dalam pembuatan laporan ini

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah Penulis panjatkan Kepada Allah SWT atas nikmat sehingga penyusunan laporan penelitian ini terselesaikan. Tugas Akhir berjudul “ANALISA PENGARUH PUTARAN SPINDEL 800 RPM DAN 1250 RPM PADA SAMBUNGAN Fe-Cu DENGAN MENGGUNAKAN METODE FSW (*FRICTION STIR WELDING*) *SINGLE TRACK*”, dapat terselesaikan atas berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini Penulis dengan rasa hormat dan ketulusan hati ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir.H. Sri Sunarjono, MT. Ph.D Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Bibit Sugito, MT Selaku Pembimbing utama yang telah membimbing, bersedia meluangkan waktunya serta memberikan arahan dan penjelasan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Masyrukan, MT Selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Agus Hariyanto, MT Selaku Dosen Penguji yang telah memberikan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Staf Tata Usaha Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membantu kelancaran Tugas Akhir ini.
6. Bapak dan Ibu yang selalu memberikan doa dukungan perhatian dan kasih sayang yang begitu indah dan luar biasa

7. Teman-teman angkatan 2012 yang telah memberikan motivasi semangat untuk penulis
8. Semua pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu per satu yang telah banyak membantu kelancaran

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari sempurna oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati dan Penulis banyak ucapkan terima kasih. Semoga semua amal baik yang diberikan kepada Penulis akan mendapat balasan yang baik dan sempurna dari Allah SWT.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan masalah	3
1.3. Pembatasan masalah	3
1.4. Tujuan penelitian	3
1.5. Manfaat penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Kajian pustaka	5
2.2. Landasan teori	6
2.2.1. Pengelasan	6
2.2.2. Friction stir welding (FSW)	9
2.2.3. Prinsip Kerja Friction Stir Welding	9
2.2.4. Parameter pengelasan friction stir welding.....	11
2.2.5. Jenis Sambungan Pada Proses Friction Stir Welding (FSW).....	15
2.2.6. Aliran Material	19
2.2.7. Kelebihan dan kekurangan friction stir welding	21
2.2.8. Aplikasi friction stir welding	23

2.2.9. Material baja.....	24
2.2.10. Material Tembaga dan paduanya.....	26
2.2.11. Pengujian Sifat Fisis Dan Mekanis	30
BAB III METODE PENELITIAN.....	33
3.1. Diagram Alir Penelitian	33
3.2. Tempat penelitian	34
3.3. Persiapan bahan.....	34
3.4. Peralatan proses pengelasan dan pembuatan spesimen	35
3.5. Peralatan Pengujian Spesimen.....	38
3.6. Pelaksanaan Pengelasan	39
3.6.1. Persiapan Material	39
3.6.2. Parameter Pengelasan.....	40
3.6.3. Proses Pengelasan	41
3.7. Pengujian spesimen hasil pengelasan.....	44
3.7.1. Uji Tarik	45
3.7.2. Uji Kekerasan.....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1. Hasil pengelasan.....	48
4.2. Pengujian Tarik.....	48
4.2.1. Hasil Pengujian Tarik.....	48
4.2.2. Pembahasan Pengujian Tarik.....	50
4.3. Pengujian Kekerasan.....	51
4.3.1. Hasil Pengujian Kekerasan.....	51
4.3.2. Pembahasan Pengujian Kekerasan.....	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
5.1. Kesimpulan.....	55
5.2. Saran.....	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Klasifikasi Proses Pengelasan	7
Gambar 2.2. Skema friction stir welding	9
Gambar 2.3. Proses Friction Stir Welding	10
Gambar 2.4. Bagian Tool FSW	11
Gambar 2.5. Jenis Material Friction Stir Welding	12
Gambar 2.6. Contoh Jenis Kontur Shoulder	12
Gambar 2.7. Contoh Jenis Profil Pin	13
Gambar 2.8. Tool Tilt Engle	13
Gambar 2.9. Delpth Plunge	14
Gambar 2.10. Deskripsi Proses FSW pada Butt Joint	16
Gambar 2.11. Variasi Kekerasan Sepanjang Butt Joint	17
Gambar 2.12. Tool untuk Sambungan Tumpuk	18
Gambar 2.13. Terminologi FSW	20
Gambar 2.14. Kedalaman Shoulder	20
Gambar 2.15. Face, Toe dan Root pada FSW	21
Gambar 2.16. Arah Uji Tarik Berdasarkan Orientasi Pengelasan	21
Gambar 2.17. Aplikasi FSW pada Mobil	23
Gambar 2.18. Aplikasi FSW pada Kapal	24
Gambar 2.19. Aplikasi FSW pada Pesawat	24
Gambar 2.20. Pengujian Tarik	30
Gambar 2.21. Pengujian Kekerasan Vickers	32
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian	33

Gambar 3.2. Bahan spesimen uji.....	34.
Gambar 3.3. Tool joint	35
Gambar 3.4. Mesin milling konvensional	36
Gambar 3.5. Mesin shearing	37.
Gambar 3.6. Jangka sorong	37
Gambar 3.7. Infrared Pyrometer	38
Gambar 3.8. Kikir	38
Gambar 3.9. Parameter pengelasan	40
Gambar 3.10. Setting Tilt angle	42
Gambar 3.11. Setting rotational	42
Gambar 3.12. Penetrasi awal tool	43
Gambar 3.13. Hasil pengelasan	43
Gambar 3.14. Layout pemotongan spesimen	44
Gambar 3.15. Spesimen uji tarik 0°	45
Gambar 3.16. Pembuatan Spesimen uji tarik	46
Gambar 3.17. Spesimen pengujian kekerasan	47
Gambar 4.1. Histogram perbandingan tegangan hasil uji tarik	50
Gambar 4.2. Histogram regangan hasil uji tarik	50
Gambar 4.3. Histogram perbandingan hasil uji kekerasan.....	53
Gambar 4.4. Grafik perbandingan uji vickers	53

DAFTAR TABEL

Table 3.1. Parameter pengelasan	40
Table 3.2. Jumlah Spesimen pengujian	45
Table 4.1. Hasil tegangan uji tarik putaran 800 rpm.....	48
Table 4.2. Hasil regangan uji tarik putaran 800 rpm	49
Table 4.3. Hasil tegangan uji tarik putaran 1250 rpm.....	49
Table 4.4. Hasil regangan uji tarik putaran 1250 rpm	49
Table 4.5. Data hasil pengujian Vickers 800 rpm	52
Table 4.6. Data hasil pengujian Vickers 1250 rpm.....	52